This is a reproduction of a library book that was digitized by Google as part of an ongoing effort to preserve the information in books and make it universally accessible.

Google books

https://books.google.com

Informazioni su questo libro

Si tratta della copia digitale di un libro che per generazioni è stato conservata negli scaffali di una biblioteca prima di essere digitalizzato da Google nell'ambito del progetto volto a rendere disponibili online i libri di tutto il mondo.

Ha sopravvissuto abbastanza per non essere più protetto dai diritti di copyright e diventare di pubblico dominio. Un libro di pubblico dominio è un libro che non è mai stato protetto dal copyright o i cui termini legali di copyright sono scaduti. La classificazione di un libro come di pubblico dominio può variare da paese a paese. I libri di pubblico dominio sono l'anello di congiunzione con il passato, rappresentano un patrimonio storico, culturale e di conoscenza spesso difficile da scoprire.

Commenti, note e altre annotazioni a margine presenti nel volume originale compariranno in questo file, come testimonianza del lungo viaggio percorso dal libro, dall'editore originale alla biblioteca, per giungere fino a te.

Linee guide per l'utilizzo

Google è orgoglioso di essere il partner delle biblioteche per digitalizzare i materiali di pubblico dominio e renderli universalmente disponibili. I libri di pubblico dominio appartengono al pubblico e noi ne siamo solamente i custodi. Tuttavia questo lavoro è oneroso, pertanto, per poter continuare ad offrire questo servizio abbiamo preso alcune iniziative per impedire l'utilizzo illecito da parte di soggetti commerciali, compresa l'imposizione di restrizioni sull'invio di query automatizzate.

Inoltre ti chiediamo di:

+ *Non fare un uso commerciale di questi file* Abbiamo concepito Google Ricerca Libri per l'uso da parte dei singoli utenti privati e ti chiediamo di utilizzare questi file per uso personale e non a fini commerciali.

+ *Non inviare query automatizzate* Non inviare a Google query automatizzate di alcun tipo. Se stai effettuando delle ricerche nel campo della traduzione automatica, del riconoscimento ottico dei caratteri (OCR) o in altri campi dove necessiti di utilizzare grandi quantità di testo, ti invitiamo a contattarci. Incoraggiamo l'uso dei materiali di pubblico dominio per questi scopi e potremmo esserti di aiuto.

+ *Conserva la filigrana* La "filigrana" (watermark) di Google che compare in ciascun file è essenziale per informare gli utenti su questo progetto e aiutarli a trovare materiali aggiuntivi tramite Google Ricerca Libri. Non rimuoverla.

+ *Fanne un uso legale* Indipendentemente dall'utilizzo che ne farai, ricordati che è tua responsabilità accertati di farne un uso legale. Non dare per scontato che, poiché un libro è di pubblico dominio per gli utenti degli Stati Uniti, sia di pubblico dominio anche per gli utenti di altri paesi. I criteri che stabiliscono se un libro è protetto da copyright variano da Paese a Paese e non possiamo offrire indicazioni se un determinato uso del libro è consentito. Non dare per scontato che poiché un libro compare in Google Ricerca Libri ciò significhi che può essere utilizzato in qualsiasi modo e in qualsiasi Paese del mondo. Le sanzioni per le violazioni del copyright possono essere molto severe.

Informazioni su Google Ricerca Libri

La missione di Google è organizzare le informazioni a livello mondiale e renderle universalmente accessibili e fruibili. Google Ricerca Libri aiuta i lettori a scoprire i libri di tutto il mondo e consente ad autori ed editori di raggiungere un pubblico più ampio. Puoi effettuare una ricerca sul Web nell'intero testo di questo libro da `http://books.google.com`

295 d/3

Serie 1.ª - LA SCIENZA DEL POPOLO - Vol. 1.°
Raccolta di letture scientifiche popolari fatte in Italia

BIBLIOTECA A C.i 25 IL VOLUME

LA

PILA DI VOLTA

PEL

Sen. Prof. CARLO MATTEUCCI

LETTURA

fatta al Museo di Fisica e Storia Naturale in Firenze
il 24 marzo 1867.

SECONDA EDIZIONE

MILANO
E. TREVES & C., Editori della BIBLIOTECA UTILE
1869.

1778

Digitized by Google

Digitized by Google

1261.

Serie 1.ª - **LA SCIENZA DEL POPOLO** - Vol. 1.º
Raccolta di letture scientifiche popolari in Italia

BIBLIOTECA A C.i 25 IL VOLUME

LA

PILA DI VOLTA

PEL

Sen. Prof. CARLO MATTEUCCI

LETTURA

fatta al Museo di Fisica e Storia Naturale in Firenze
il 24 marzo 1867.

SECONDA EDIZIONE

MILANO
E. TREVES & C., Editori della BIBLIOTECA UTILE

1869

PNI 133/2

Digitized by Google

La riproduzione e la traduzione delle letture pubblicate nella *Scienza del Popolo*, sono riservate dalla Ditta

E. Treves e C., Editori

che le mette sotto l'egida delle leggi vigenti di proprietà letteraria.

Milano — Tipografia Golio.

Digitized by Google

Nel 1864 una società di scienziati e letterati italiani costituitasi in Torino vi dava delle letture scientifiche serali nel Teatro di Chimica del Licee di S. Francesco di Paola, oggi Liceo Gioberti. Erano le prime letture popolari che si udivano in Italia; era la prima volta che la scienza ci si mostrava sotto apparenze modeste, fuori dei suoi soliti santuarî, e con abitudini del tutto nuove. Si videro infatti le più distinte celebrità scientifiche spiegare popolarmente ad un numerosissimo uditorio composto di persone di ogni sesso, di ogni ceto, di ogni età, le questioni più interessanti ed urgenti della scienza moderna.

Questo primo tentativo di letture pubbliche fu coronato del più prospero successo che i suoi promotori si fossero po-

Digitized by Google

tuto mai ripromettere; se ne apprezzò tutta l' utilità, e se ne gustò tutto il diletto. Si riconobbe che queste letture soddisfaceano ad un bisogno sentito da una classe sociale abbastanza estesa, e che erano un mezzo potente di coltura. Ciò fece sì che ben presto altre città d' Italia si dessero cura d'imitare l'esempio di Torino; nel 1865 vi furono letture a Milano, a Firenze, a Modena, a Palermo, a Genova; nell'anno seguente si diffusero, possiam dire, in tutte le principali città della Penisola, accolte ovunque con grande soddisfazione delle popolazioni e frequentate da uditori attenti ed affollati.

Un'accoglienza così favorevole, ed il vantaggio che questa bella istituzione reca alla coltura generale del paese ci ha suggerito l' idea di estendere maggiormente il benefico influsso col raccogliere in una serie di fascicoli le più importanti di coteste letture date nelle diverse città d'Italia, e col metterle alla portata di chicchessia per esposizione e per prezzo, mercè la collaborazione degli stessi professori che le hanno dettate.

Digitized by Google

Noi non sapevamo meglio iniziare questa pubblicazione, che rivolgendoci, per offrirgliene il primo posto, ad uno dei più benemeriti promotori delle letture popolari, all'illustre fisico il commendatore Matteucci. Egli non solo ci ha favorito la sua lettura sulla *Pila di Volta*, data ultimamente a Firenze, ma ci ha pure animati e confortati nell' opra cui andiamo a metter mano, dirigendoci la seguente lettera, che noi siamo lieti di poter presentare ai nostri lettori, augurandoci che l'accoglienza fatta alle letture popolari non manchi a questo nostro lavoro, che tende a fissare la parola fuggevole dei dotti insegnanti, ed a promuovere sempre più nel nostro popolo l'amore per la scienza e per le utili cognizioni.

Firenze, 1.° maggio 1867.

F. Grispigni, L. Trevellini.

Digitized by Google

Digitized by Google

Signori Trevellini e Grispigni,

Rivolgendovi a me per essere animati, come vi piace di dire, a diffondere colle stampe le *Letture scientifiche popolari* che si danno qua e là in Italia, e chiedendomi per questa raccolta la mia ultima *lettura* fatta al Museo sulla *Pila di Volta*, siate sicuri di non ingannarvi e di trovare in me tutto quel concorso che le mie poche forze ed un grande impegno per l'educazione del nostro popolo possono prestare all'attuazione di un pensiero certamente utile.

Le letture scientifiche popolari, che da tanti anni fioriscono nei paesi che comprendono la libertà ed i bisogni della democrazia, sono oramai divenute, anche fra noi e in Francia, uno dei mezzi più potenti per promuovere la coltura generale. Io ricordo sempre col più vivo compiacimento misto al dolore provato per la perdita di due colleghi, che erano Piria e De Filippi, il buon successo che ebbero in Torino le letture popolari introdotte per la prima volta in Italia nell'inverno 1864. Quella seria popolazione rispose degnamente ad un tentativo, che è poi divenuto in Francia e fra noi una delle più efficaci istituzioni di libero insegnamento dei nostri tempi.

I corsi regolari dell'Università, i quali abbracciano con un ordine determinato le co-

Digitized by Google

gnizioni necessarie per l'esercizio di una professione, i metodi seguiti nelle scuole pubbliche per educare via via la mente dei giovani a studî sempre più severi, le prove richieste per il conferimento dei gradi, tutto questo ordinamento scolastico, nel quale anche una certa dose di meccanismo e di disciplina è necessaria, non è fatto per le persone che ormai hanno abitudini di mente e di vita che impediscono loro di tornare sui banchi delle scuole pubbliche; e sopratutto non giova alle donne di cui importa assai d'educare la mente a studî seri e con cognizioni precise. Ecco perchè queste lezioni libere colle quali si cerca di far conoscere le più importanti scoperte del tempo e di sviluppare con grandi mezzi di dimostrazione e col linguaggio adattato ad un pubblico istruito quelle parti delle scienze che hanno maggiore importanza, sia per le teorie scientifiche, sia per le applicazioni all'industria, sono oggi accolte con entusiasmo dalle società le più civili.

È con queste letture che la libertà d'insegnamento ha trovato la forma migliore, perchè pratica e opportuna, di mettere radici in Italia. Sono certo che ogni anno più queste letture si diffonderanno fra noi e che i professori di scienze delle nostre Università si persuaderanno del grande servizio che possono rendere con questa forma d'insegnamento. Non ho bisogno di dire quanto importi per l'educazione intellettuale di un popolo, e vo-

Digitized by Google

lentieri aggiungo per la sua educazione morale, l'essere iniziato a quello spirito scientifico e all'uso del metodo sperimentale che è una scuola perenne di sincerità, di pazienza, di precisione, di amore alla verità. È impossibile che un metodo, il quale conduce sicuramente alla scoperta delle verità naturali, non dia alla nostra mente una forza, un'educazione che l'abiliti a scoprire e cercare il vero anche nei fatti sociali e morali; e, ciò che conta anche più, a comprendere i limiti, se non della curiosità, della forza del nostro intelletto.

Noi siamo tutti ammiratori ed anche invidiosi delle facoltà di misura, di deduzione rigorosa, di spirito pratico che distinguono la razza anglo-sassone; eppure la pianta-uomo dell'Inghilterra, come direbbe Alfieri, non ebbe dalla natura doni naturali maggiori delle altre razze.

Ora, io credo di non andar errato affermando, che lo spirito scientifico introdotto da Newton e dalla Società reale di Londra, e dalle tante scoperte ed applicazioni fatte da quella scuola in mezzo a quel popolo, entrano per molto nell'educazione seria e positiva che in esso ammiriamo.

Se dunque *le* letture scientifiche popolari sono una cosa buona, è impossibile che non lo sia anche il diffondere queste letture colle stampe e a buon mercato. Noi facciamo benissimo a promuovere l'istruzione elementare;

Digitized by Google

ed è anzi una vergogna di non aver fatto e non fare assai più di quello che facciamo. Ma al popolo che sa leggere, bisogna anche procurare dei buoni libri da leggere, tanto più che le statistiche fatte in occasione dei matrimonî e delle leve militari ci provano che il numero di coloro che sanno leggere, almeno nel popolo, diminuisce rapidamente coll'età.

In Germania, in Inghilterra, in Scozia, vi è un libro che anche i contadini, i pastori e le donne leggono ogni sera in famiglia; e così, oltre al bene morale grandissimo, questo libro rende l'altro benefizio, che chi ha imparato a leggere seguita ad esercitarsi ed a pensare colla mente matura su quello che legge. A noi manca questo *text book* della vita; ed è perciò uno dei nostri maggiori bisogni per riuscire nell' educazione popolare, quello di preparare dei buoni libri elementari e sopratutto scientifici per insegnare cognizioni esatte ed istillare l'amore della verità.

Coraggio adunque: non dimenticate che in queste imprese il più difficile e il più meritorio non è il cominciare, ma il perseverare e far sempre meglio.

C. Matteucci.

Digitized by Google

LA PILA DI VOLTA

SIGNORI,

In una di quelle famose inchieste che gli Inglesi soli sanno fare così bene, e per mezzo delle quali preparano con tanta somma di cognizioni, d'indagini minute, di *evidences*, come dicono essi, le loro riforme; in quella con cui essi hanno apparecchiato il riordinamento dei loro antichi collegi, Lord Clarendon chiedeva al primo fisico dei nostri tempi, Faraday, se veramente lo studio delle scienze fisiche e naturali doveva essere introdotto nell'educazione di quei collegi: e Faraday, rispondeva che oramai certe nozioni di filosofia naturale erano come l'a-b-c di ogni educazione liberale. Certo fra queste a-b-c la prima, la più importante per la

Digitized by Google

teoria e per le applicazioni, è una nozione sufficiente della pila di Volta. Volendo svolgere con qualche ampiezza questo soggetto, non è una lettura, ma dieci almeno o più lezioni che ci vorrebbero.

Infatti si ricava dalla pila la cognizione di tutti i fenomeni che l'elettricità produce quando circola costantemente in un conduttore; e gli effetti della *corrente elettrica* sono tanti e così svariati, che non vi è oggi parte della fisica dove la corrente elettrica non intervenga. Il legame fra l'elettricità ed il magnetismo, fra l'elettricità ed il calore, fra l'elettricità e l'affinità chimica, fra l'elettricità e le proprietà vitali dei muscoli e dei nervi, questo legame da cui sono scaturite le intime analogie che oggi conosciamo fra le grandi forze della natura, è sorto dalla cognizione della pila e dei suoi effetti.

Nell'impossibilità in cui sono di svolgervi questo argomento coll'estensione che meriterebbe, mi sono studiato di comprenderlo sotto alcune questioni fondamentali, che mi proverò di risolvere con alcune esperienze, le quali vi sveglieranno almeno

Digitized by Google

la voglia di studiare più a lungo questa parte della fisica.

La prima questione sarebbe questa: che cos'è una pila? di che si compone? come è formata?

Piglierò a rispondere a questa questione mostrandovi la prima esperienza fatta da Galvani, e che fu origine della pila.

Galvani era un medico ed un anatomico insigne. Faceva sulla fine del secolo passato degli studi sull'irritabilità muscolare, ed era stato uno dei primi ad accorgersi che le rane preparate, cioè spellate, ridotte coi due membri inferiori riuniti al bacino, e coi nervi lombari messi a nudo, ci fornivano l'apparecchio più delicato che si possegga per scoprire l'elettricità. Ed infatti vedete che la rana così preparata si contrae fortemente ogni volta che fo passare attraverso quei nervi la scarica di una piccolissima bottiglia di Leida. La sensibilità di questo elettroscopio animale è così squisita che, anche quando questa piccola bottiglia è stata scaricata due o tre volte con un arco metallico, tanto da non dar più alcun segno d'elettricità ai soliti

Digitized by Google

strumenti, la rana seguita a contrarsi violentemente. E fu colla rana appesa al conduttore del parafulmine che Galvani si accorse che vi erano scariche elettriche, insensibili ad ogni altro istrumento, prodotte da nubi temporalesche.

Il caso, che entra sempre per molto anche nelle grandi scoperte, ma che resterebbe senza frutto se non fosse raccolto dal genio degli inventori, volle che Galvani toccasse una di quelle rane preparate, come vi ho detto, con un arco formato di due metalli, che erano il rame e il ferro. È un'esperienza molto facile a preparare: pigliate una striscia di rame, una moneta di rame o d'argento, e poi un pezzo qualunque di ferro o di zinco; uniteli, saldateli, legateli assieme in un modo qualunque, purchè si tocchino in alcuni punti della loro superficie; eppoi portate le altre due estremità libere di questi metalli in contatto dei nervi della rana preparata, e subito vedrete la rana contrarsi; e finchè è viva o eccitabile dura a contrarsi, ogni volta che questo contatto si rinnova.

Digitized by Google

Galvani, il quale aveva scoperto allora che la scintilla elettrica aveva tanta attività per isvegliare le contrazioni, non esitò ad attribuire anche le contrazioni eccitate da quella coppia metallica all'elettricità. Fu allora che insorse una delle più splendide e più pacifiche battaglie che la scienza abbia mai veduto: ed il più bello e consolante per l'umanità si è, che quella battaglia finì con una grande vittoria della verità; e, cosa curiosa e rara, col trionfo dei due supremi generali, cioè di Galvani e di Volta. Il primo immaginò che l'elettricità fosse sviluppata dall'animale, e che l'arco metallico non servisse che a scaricarla; e mi duole di non potervi accennare, nemmeno di volo, la bella e paziente serie di esperienze che Galvani fece per provare questa tesi. Volta suppose invece che l'elettricità fosse sviluppata dai due metalli, e precisamente nel punto in cui si toccavano fra loro; e che la rana non facesse se non da elettroscopio.

Volta vinse allora il suo avversario con una esperienza famosa, colla quale provò

Digitized by Google

che i due metalli in quelle condizioni svolgevano l'elettricità, la quale era resa palese, non più dalla rana sola, ma dall'elettroscopio comune a foglie d'oro; sicchè, per quel momento, l'ipotesi di Volta divenne una verità fisica. Più tardi, mezzo secolo dopo, e quando si sono inventati elettroscopi più delicati, si è trovato che anche Galvani aveva ragione; e sappiamo oggi che un muscolo vivo è una pila, come è una pila l'arco dei due metalli di Volta.

Si chiamò allora e si chiama tuttavia *coppia voltaica*, qualunque sia la forma che abbia, un arco od un insieme qualunque di due metalli eterogenei, che più comunemente sono il rame e lo zinco. Ma la pila non era ancora formata. Però si aveva l'elemento della pila. Anche qui non posso ricordarvi senza una vera emozione i lunghi e perseveranti tentativi, con cui il fisico di Como (*) giunse a comporre la pila. Il ragionamento fu questo, ed ora par molto semplice: se

(*) Alessandro Volta

Digitized by Google

due lamine, una di rame ed una di zinco, messe in contatto si elettrizzano, per una ragione che allora era misteriosa, e che Volta si contentò di chiamare forza elettromotrice, perchè non accadrà — disse Volta — se molte di queste coppie sono riunite, che gli effetti elettrici crescano in proporzione?

Anche col semplice buon senso capirete che se Volta si fosse contentato di ammucchiare queste coppie l'una sull'altra, gli effetti aspettati non si sarebbero ottenuti. Infatti si sarebbe avuto od una lastra di rame fra due lastre di zinco, od una di zinco fra due di rame: cioè qualche cosa come mettere un corpo fra due forze che l'urtano o lo tirano in senso contrario, e che per conseguenza s'elidono.

Perchè dunque l'accumulazione degli effetti elettrici potesse accadere, bisognava inventare una disposizione tale, che permettesse ad ognuna delle coppie sovrapposte di agire liberamente come se fosse stata una sola. È questa la grande scoperta del Volta. Prese la sua coppia, che era formata con un disco di rame, sopra

Digitized by Google

cui posò un disco di zinco. Poi sul disco di zinco collocò un disco di cartone o di panno imbevuto d'acqua comune o d'acqua salata. Allora sopra questo disco bagnato collocò una seconda coppia di rame e di zinco nello stesso ordine della prima; poi un secondo disco bagnato ed una terza coppia di rame e di zinco, e così via via. A questo modo ebbe origine la famosa pila a colonna, cioè lo strumento fisico più potente dei nostri tempi.

Quel disco bagnato, interposto fra coppia e coppia, lasciava libera d'agire la forza elettromotrice di ogni coppia, e l'esperienza provò che, a misura che cresceva il numero delle coppie cresceva la forza delle elettricità di nome contrario che erano sviluppate. E per non ricordare ora che gli effetti fisiologici che conosciamo, si ottennero da una pila a colonna di 100 elementi scosse così forti da eccitare i movimenti di grossi animali ed anche nei cadaveri di decapitati.

La forma della pila di Volta ha subito grandi modificazioni, e voi avete qui dinanzi agli occhi cinque o sei pile di forme

Digitized by Google

diverse, in ognuna delle quali però vi sono sempre due metalli eterogenei, rame e zinco, ed un liquido che è o acqua salata o acqua acidulata con acido solforico interposto fra coppia e coppia. Una di queste forme è la pila a corona di tazze, che consiste in tanti bicchieri di acqua salata e congiunti fra loro con archi metallici formati di un pezzo di rame e di un pezzo di zinco saldati assieme. Se in uno dei bicchieri si comincia coll'immergere il pezzo di rame, lo zinco pesca nel bicchiere vicino, ed in questo secondo bicchiere è immerso il rame dell'arco successivo, e così via discorrendo.

Eccovi una pila così detta a cassetta, che consiste in una scatola rettangolare di legno divisa in tante piccole cavità da lastre formate di uno strato di rame e di uno di zinco. Si versa dell'acqua salata in quelle cavità, e la pila è già formata.

Oggi possediamo delle pile molto più forti, principalmente formate di quelli stessi due metalli, ma che sono immersi in due liquidi diversi, tenuti separati fra

Digitized by Google

loro da uno strato di legno o di terra porosa, il quale si lascia imbevere di quei liquidi, impedendo però che si mescolino immediatamente. È questa la pila di Daniel, formata da una lamina di zinco immersa in un recipiente di terra porosa pieno di acqua salata, il quale pesca alla sua volta in un bicchiere di vetro pieno di una soluzione di solfato di rame, nella quale sta la lastra di rame. Grove ha reso questa pila anche più forte usando, invece della soluzione di solfato di rame l'acido nitrico, ed invece del rame una lamina di platino. E Bunsen ha reso più economica e più comoda questa pila, sostituendo alla lamina di platino una lamina di coke o del residuo della distillazione del carbon fossile.

Potrei citarvi ancora molte altre forme di pile; ma stretti come siamo del tempo, mi basta di avervi ben messo in mente che una pila, qualunque sia la sua forma, è sempre composta di un certo numero di coppie o di elementi disposti nello stesso ordine, cioè di due metalli riuniti insieme frammezzati da un liquido conduttore. La

Digitized by Google

forza della pila dipende perciò dalla forza di ognuno degli elementi, e dalla somma degli elementi o delle forze così cospiranti e riunite.

Seconda questione. Vi ho detto, spero, abbastanza chiaramente com'è formata, in che consiste una pila. Ora devo dirvi e mostrarvi quali sono gli effetti elettrici della pila. E qui mi servirò di nuovo, per meglio spiegarmi, degli effetti ottenuti dalla macchina elettrica e dalla bottiglia di Leida, che di certo conoscete.

Prendo una bottiglia di Leida, che è un recipiente cilindrico di vetro rivestito di stagnola nella superficie interna e nell'esterna, in modo che fra i due rivestimenti, cioè fra le due armature metalliche, resti sempre una larga striscia di vetro scoperto. Tengo la bottiglia in mano stringendo la stagnola esterna e per mezzo di un'asta di ottone che tocca l'armatura interna, elettrizzo questa armatura, mettendo quell'asta in contatto col conduttore della macchina elettrica. Dopo pochi giri della macchina, la bottiglia, come si dice, è carica. Ed infatti, se l'aria non è molto umida,

Digitized by Google

si possono per molto tempo ottenere all'elettroscopio i segni dell'elettricità vitrea o positiva dall'armatura interna. Quando poi con un arco metallico fo comunicare assieme le due armature, nel momento in cui le estremità di quest'arco sono molto prossime all'armatura, vedo scoccare una scintilla; e l'istante dopo, tutto è finito; le due elettricità si sono riunite o neutralizzate, come si suol dire.

Eccovi ora una pila a corona formata di duecento piccoli elementi, alle due estremità della quale ho naturalmente da una parte un bicchierino in cui pesca una estremità di rame, e dall'altra un bicchierino in cui pesca una estremità di zinco. Vedete cosa avviene nel momento in cui metto un elettroscopio a foglie d'oro in comunicazione con uno di questi bicchieri estremi ed un altro elettroscopio in comunicazione coll'altro bicchierino; le foglie dei due elettroscopi divergono, e durano a divergere finchè li tengo in contatto delle estremità o poli, come si chiamano, della pila; precisamente come accadrebbe se ad ognuno degli elettroscopi

Digitized by Google

avvicinassi un pezzo di vetro o di ceralacca confricata.

L'elettroscopio che comunica col bicchierino in cui pesca il rame libero o solo dà segni d'elettricità vitrea o positiva, e l'elettroscopio che comunica colla estremità zinco della pila mi dà segni d'elettricità negativa o resinosa.

Sin qui ho dunque delle ragioni per dirvi che la pila di Volta è una specie di bottiglia di Leida, nell'interno della quale le due elettricità si separano, restano separate, e si raccolgono alle estremità dell'apparecchio con una intensità che cresce col numero delle coppie della pila stessa.

Vediamo ora cosa avviene quando queste due estremità della pila si ravvicinano molto fra loro e si fanno comunicare assieme. Anche in questo studio mi servirò della bottiglia di Leida per farvi fare un passo di più ed intender meglio gli effetti della pila.

Ecco qui due aste metalliche sostenute da due colonne di vetro che le isolano dalla terra. Ad ognuna di queste aste è

Digitized by Google

attaccata e sospesa una sottilissima foglia d'oro; avvicinando le due colonne fra loro, fo in modo che quelle foglie d'oro siano ad una distanza piccolissima; allora prendo la bottiglia di Leida carica e metto là due aste in comunicazione una coll'armatura esterna, l'altra coll'armatura interna della bottiglia. Il fatto che vedete accadere è molto semplice e potete facilmente comprenderlo. L'elettricità sparsa sopra una delle armature si diffonde sopra una delle aste metalliche, e quindi anche sopra la sua foglia d'oro; e così fa l'elettricità dell'altra armatura per l'altra asta e la sua foglia. Insomma con questa disposizione le due foglie d'oro vicinissime fra loro si trovano cariche delle due elettricità contrarie, e perciò vediamo le due foglie correre subito l'una incontro all'altra, e quindi scoccare immediatamente la scintilla ed accadere la scarica della bottiglia. Colla bottiglia, dopo questa scarica, tutti gli effetti elettrici sono finiti; e se non si rinnuova la carica, se non ripeto l'esperienza, non ottengo altro.

Digitized by Google

Ripigliamo ora la pila, e ripetiamo la stessa esperienza che abbiamo fatto or ora colla bottiglia. Quella pila di duecento elementi, sulla quale abbiam visto poco fa coi due elettroscopî che le estremità erano elettrizzate di elettricità contrarie, ci basterà per mostrarvi l'analogia che mi preme d'imprimervi nella mente. Una delle estremità della pila si fa comunicare per mezzo d'un filo di rame con un'asta che porta la foglia d'oro, e l'altra estremità coll'altr'asta. Messe queste comunicazioni, accosto adagio adagio le due foglie d'oro l'una all'altra, e quando questa distanza è ridotta piccolissima vedete le due foglie d'oro attrarsi fra loro, ed al momento del contatto scoccare una scintilla fra esse.

Però la grande differenza che passa fra la pila e la bottiglia, quella che m'importa di farvi notare è questa, che colla pila non è più una scintilla sola che scocca, ma invece le scintille durano, le foglie d'oro diventano incandescenti, e si mantengono in questo stato.

Sin qui gli effetti elettrici non sono

Digitized by Google

così intensi come posso mostrarveli facilmente usando una pila più forte e di un maggior numero di coppie. Ho nel laboratorio qui vicino montata una pila di Bunsen di 40 coppie, e i due fili metallici che qui vi mostro sono in comunicazione colle due estremità di quella pila. Appena questi due fili si toccano o sono molto vicini fra loro, scocca fra essi una grossa scintilla elettrica, e questa scintilla può durare per ore e ore, formando quel che si chiama arco luminoso voltaico, producendo un grande sviluppo di luce e di calore.

Stimo necessario assai di mostrarvi questa stessa esperienza, servendomi di un lungo pezzo di filo di ferro o di platina, per far comunicare i due fili di rame della pila. Al momento in cui questa comunicazione ha luogo, vedete quei due fili di ferro o di platino diventar rossi e incandescenti; quello di ferro brucia, si volatilizza e genera una specie di fiamma di una luce vivissima; quello di platino si fonde e prima di dividersi si converte in una coroncina di tante pal-

Digitized by Google

line che cadono al suolo. Se i due fili di platino o di ferro fossero di un diametro maggiore, non li vedreste bruciare e fondersi, ma seguitare incandescenti per lunghissimo tempo, finchè la pila prosegue ad agire.

Anche la conclusione che possiamo ricavare da queste esperienze è evidente: cioè, la differenza fra la bottiglia di Leida carica e la pila sta in questo, che la pila è una bottiglia sempre carica, la quale seguita sempre a sviluppare elettricità. Questa differenza si esprime in fisica dicendo che dalla bottiglia si ottiene una scarica elettrica sola, e che dalla pila si ha una serie infinita di queste scariche, le quali si succedono l' una all' altra generando riscaldamento nei conduttori e luce nello strato d'aria che attraversano.

Ho bisogno pure di mostrarvi un' altra differenza che non apparisce così evidente sulle prime, e che vi è fra la scarica della bottiglia e la serie di scariche o corrente elettrica della pila.

Per comprendere questa differenza vi

Digitized by Google

prego di seguire con qualche attenzione il seguente ragionamento. Vi mostro qui un disco di cartone che è nel suo centro infilato in un cilindretto d'ottone, cosicchè posso far ruotare rapidamente questo disco imprimendogli colla mano un moto di rotazione. Sul disco sono dipinte di seguito l'una all'altra sette striscie o settori secondo i colori dell'iride, cioè di quei colori che formano la luce bianca, e che quando fanno nello stesso tempo impressione sulla nostra retina non ci danno più un'immagine distinta, ma bensì quella della luce bianca. Vedete infatti che quando il disco ruota rapidamente, i sette colori spariscono, e vedete il disco con una tinta biancastra. Questa sensazione si spiega facilmente, considerando che per la rotazione del disco i sette colori formano successivamente la loro impressione sulla retina, e siccome le impressioni della luce sulla retina durano un tempo che è piccolissimo, ma pur sensibile, stimato a circa $^1/_{10}$ di secondo, ne viene che l'occhio nostro nel tempo in cui quelle sensazioni durano, ha l'im-

Digitized by Google

pressione contemporanea de' sette colori, ciò che torna lo stesso come dire che l'occhio ha l'impressione della luce bianca.

Non dimenticate però che questo non accadrebbe se la luce che illumina il disco durasse un intervallo estremamente piccolo di tempo, più piccolo di quello che durano le impressioni della luce sulla retina, e più piccolo di quello che ci vuole perchè il disco faccia una rotazione intera, ed in altri termini, più piccolo di quello che ci vuole perchè l'impressione di uno dei colori torni prima che quell'impressione sia scomparsa. Da ciò la bella scoperta di Wheatstone, di servirsi di questi dischi ruotanti per misurare la durata piccolissima di certe luci.

Per venire al caso nostro, suppongo che ripetiamo l'esperienza di questo disco ruotante in una camera oscura, e di tanto in tanto illuminata da una scintilla della macchina elettrica. Facendo questa esperienza vedreste che il nostro disco ruotante non si mostra più con quella tinta

Digitized by Google

biancastra che avete visto poco fa, ma invece vi apparirebbe coi sette colori come se fosse fermo. Da questa esperienza i fisici hanno potuto dedurre, che una scintilla elettrica, ed anche quella molto più intensa che accompagna il fulmine, dura un tempo piccolissimo, tanto piccolo che senza uno sforzo della mente non lo potrete comprendere. Si è calcolato che la durata di una grossa scintilla elettrica sia minore di $^1/_{5000}$ di secondo, cioè come se immaginaste diviso in cinquemila parti l'intervallo di tempo che passa fra due successive battute di polso, e prendeste una di queste parti.

Ora il ragionamento che volevamo fare vi riuscirà facile, come chiara ve ne riuscirà la conclusione. Se quella scintilla elettrica che avete veduto scoccare fra le due foglie d'oro scaricando la bottiglia dura $^1/_{5000}$ di secondo, quale sarà mai la quantità di elettricità che costituisce quella corrente elettrica della pila, che mantiene per ore ed ore un arco luminoso voltaico? quanta sarà mai l'elettricità che è necessaria a mantenere

Digitized by Google

per lungo tempo incandescente un filo di platino? Non posso rispondervi con cifre rigorose a questi quesiti; ma è certo che non si va lontani dal vero, quando si dice che la quantità di elettricità di una corrente elettrica di una piccolissima pila è immensamente più grande di quella che forma le grosse scariche elettriche delle nubi temporalesche. Se questi effetti luminosi delle scariche elettriche dei temporali ci sembrano così grandi in confronto di quelle di una piccola pila, la differenza procede da che nel primo caso le elettricità contrarie sono separate da corpi isolanti come l'aria, mentre nella pila si scaricano subito e sempre.

Concludo dunque: la risposta a questa seconda questione è, che la pila è una macchina la quale genera continuamente le due elettricità, e quindi produce la corrente elettrica; la quale è una serie infinita di scariche elettriche che si succedono. Conosciamo fin qui gli effetti luminosi e calorifici della corrente elettrica. Rapidissimamente vi annuncio gli effetti chimici e magnetici.

Digitized by Google

Quando invece di far comunicare fra loro le estremità della pila con un filo metallico interpongo fra quelle estremità uno strato d' acqua resa più conduttrice con qualche goccia d' acido solforico, allora scuopro gli *effetti chimici della corrente elettrica*. Eccovi un bicchiere di vetro dal cui fondo s' innalzano due fili di platino: riempio il bicchiere di acqua acidulata, e dello stesso liquido riempio due campanine di vetro che rovescio rispettivamente sui due fili di platino. Nel momento in cui colle estremità della pila tocco questi due fili, veggo comparire una serie numerosa di bolle di gas su d' essi, e lasciando durare l' esperienza, anche per pochi secondi, vedo raccogliersi una certa quantità di gas in ognuna delle due campane.

Mi è facile di provarvi, con una esperienza di chimica molto semplice, che questi due gas sono quelli che compongono l' acqua. Infatti, se nel gas della campanina rovesciata su quel filo di platino, che comunica coll' estremità della pila che ha la elettricità positiva, intro-

Digitized by Google

dopo un cerino appena spento, vedo il cerino riaccendersi con una luce vivissima, come avviene nel gas ossigeno; invece se accosto il cerino acceso al gas dell'altra campanina, che comunicava coll'estremità della pila carica d'elettricità negativa, vedo quel gas accendersi e bruciare come fa il gas idrogeno. E se quei due gas li avessi mescolati assieme, eppoi avessi accostato una fiamma al miscuglio, o fatto passare una scintilla elettrica attraverso ad esso, avreste udito una forte esplosione, la quale avviene quando i due gas ossigeno ed idrogeno si combinano. Noi avremmo così riprodotto l'acqua che era stata decomposta nei suoi elementi dalla corrente elettrica.

Quello che avete visto accadere nell'acqua avviene in tutti i corpi composti; cioè la corrente elettrica che li attraversa li decompone e ne trasporta gli elementi rimasti liberi sulle due estremità metalliche del circuito voltaico.

Non meno importante dell'effetto chimico della corrente elettrica è l'effetto magnetico. Conoscete tutti cos'è un ago calamitato o

Digitized by Google

da bussola. È un cilindro od un rettangolo d'acciaio magnetizzato, il quale sospeso orizzontalmente per il suo centro si ferma sempre, dopo avere oscillato, in una posizione che è press'a poco quella del meridiano geografico. È così che la bussola anche nell'oscurità ed in alto mare, e quando non si vede il sole o le stelle, indica sempre ai naviganti un piano fisso nello spazio con cui possono dirigersi nel loro viaggio.

Prendo un filo di rame che è in comunicazione colle estremità della pila e che quindi è percorso dalla corrente elettrica, e lo accosto all'ago calamitato parallelamente al suo asse; vedo tosto l'ago deviare e fissarsi deviato finchè il conduttore percorso dalla corrente gli resta vicino. Lo stesso avviene se colloco il conduttore al disotto dell'ago, colla sola differenza che quella estremità dell'ago, la quale prima si volgeva a sinistra, nella seconda esperienza si volge a destra. Vi è dunque un'azione determinata e costante fra la corrente elettrica e l'ago calamitato; e dal senso in cui l'ago calamitato devia possiamo anche dedurre qual'è l'estremità della

Digitized by Google

pila carica d'elettricità positiva, quale quella carica d'elettricità negativa.

Nè a ciò solo si limita l'azione magnetica della corrente elettrica. Io posso mostrarvi facilmente, che la corrente elettrica è capace di magnetizzare fortemente il ferro dolce. Prendo un cilindro di ferro e attorno ad esso ravvolgo a spirale un filo di rame che adopero coperto di seta perchè sia isolato dal ferro. Nel momento in cui le estremità della spirale di rame comunicano coi poli della pila, quel cilindro diventa una forte calamita; diffatti lo vedete attirare la limatura di ferro alle sue estremità, e questa limatura ricade nell'istante stesso in cui la corrente elettrica cessa di passare. Ecco perchè si chiama magnetismo temporario quello generato dal passaggio della corrente elettrica.

Mi dilungherei troppo se volessi estendermi a discorrere di questi fenomeni. Mi basti dirvi che queste proprietà, e sopratutto il magnetismo temporario, sono il fondamento delle più famose applicazioni dell'elettricità all'industria, cioè del telegrafo e dei motori elettromagnetici.

Digitized by Google

Ripeto la conclusione: la pila è quella macchina che genera una serie infinita di scariche elettriche, le quali traversano i conduttori che congiungono le estremità della pila.

Terza questione. Ma cosa avviene nella pila? in qual modo si genera dalla pila una così grande quantità di calore e di forza motrice?

Venti anni sono si poteva restar contenti della risposta che il Volta dava a queste questioni. Volta, senza impegnarsi a risolvere veramente queste questioni come si può fare oggi, si contentò di dire che il contatto di due metalli diversi è una sorgente continua d'elettricità. Ma oggi che, non solo la meccanica, ma anche la fisica, sperimentalmente hanno provato che il moto perpetuo è un sogno di fantasie malate, oggi che si sa come non vi è movimento generato se non da altro movimento trasformato, sarebbe impossibile di appagarsi della forza elettromotrice del Volta. Quando veggiamo la corrente elettrica produrre per ore e ore l'incandescenza di un filo di platino, noi siamo forzati

Digitized by Google

a concludere che la sorgente di quel calore, cioè di quella forza viva, come dicono i meccanici, non può esser altro che una quantità equivalente di forza motrice o di forza viva, generata dall' azione della pila, e trasmessa dai conduttori nelle varie parti del circuito voltaico.

Fino a questi ultimi tempi i meccanici, volendo spiegare la differenza che passa fra la forza motrice di una macchina e il lavoro meccanico ed effettivo che quella forza motrice produce, si limitavano a dire che gli attriti e le varie resistenze erano le cagioni di quella differenza. Oggi è provato che gli attriti e le resistenze non producono quegli effetti meccanici, se non perchè consistono in movimenti molecolari ed in effetti calorifici. Ed infatti, dove c'è attrito c'è anche calore sviluppato; e quando un corpo in moto estingue il suo movimento per gli attriti e le resistenze che incontra, è provato dall' esperienza che si sviluppa in quel tempo una quantità di calore equivalente al lavoro meccanico consumato.

In una parola, in tutti i fenomeni fisici

Digitized by Google

e chimici noi dobbiamo veder oggi delle trasformazioni di movimento; e quando un corpo cade per effetto della gravità, e nel cadere sul suolo lo vediamo rimanere in riposo, come se il suo movimento si estinguesse, dobbiamo dire, per essere esatti, che il calore generato da quell'urto sul suolo sarebbe capace di un effetto meccanico tale che, comunicato al corpo, lo rialzerebbe al punto da cui è caduto. Di qui il canone fondamentale della filosofia naturale moderna che, cioè, in tutti i fenomeni fisici e chimici a cui assistiamo non vi è mai perdita o distruzione nè di materia nè di forza.

Si deve però dire che la fisica, anche prima della scoperta della teoria dinamica del calore, aveva trovata la cagione che opera nella pila e che ingenera gli effetti meccanici e calorifici della corrente elettrica.

Mi contenterò di mostrarvi poche esperienze, scelte in modo da rendervi evidenti queste verità.

Vi ho già detto che un conduttore percorso dalla corrente elettrica fa deviare l'ago calamitato a cui si avvicina; sopra questa

Digitized by Google

proprietà si fonda il galvanometro, che è uno degli strumenti più preziosi della fisica moderna, e col quale possiamo scoprire le correnti elettriche le più deboli. Prendo uno di questi galvanometri e lo scelgo non tanto sensibile, congiungo una delle estremità del suo filo con una lamina di zinco, e l'altra con una lamina di platino. Perchè questa coppia elementare zinco e platino possa entrare in azione, bisogna che immerga quelle due lamine nell' acqua. Se prendo, come ho fatto qui, dell' acqua distillata, nella quale lo zinco può rimanere immerso per molto tempo senza che si generi un' azione chimica, la quale consisterebbe a decomporre l'acqua per l'affinità che vi è fra lo zinco e l'ossigeno, vedo che l' ago del galvanometro sta fermo, ciò che significa che in quelle condizioni non vi è sviluppo di corrente elettrica. Concludo da questa esperienza che vi sono dei casi, in cui si hanno due metalli eterogenei in contatto e immersi in un liquido, senza che vi sia corrente elettrica sensibile.

Vedete ora cosa avviene quando verso qualche goccia d'acido solforico nell'acqua;

Digitized by Google

all'istante l'ago del galvanometro devia, e si fissa deviato. Nello stesso tempo vediamo insorgere una forte azione chimica; l'acqua è decomposta, lo zinco prende l'ossigeno dell'acqua, si ossida e quindi si forma il solfato di zinco, e l'idrogeno si sviluppa allo stato gassoso.

Questa prima esperienza mi dice subito che lo sviluppo della corrente elettrica e gli effetti dell'affinità chimica sono fenomeni associati assieme; e che per avere una corrente elettrica da una coppia voltaica ho bisogno di generare nella coppia un'azione chimica.

Potrei moltiplicarvi all'infinito queste esperienze e con tutte arriverremmo sempre alle stesse conclusioni; ma il tempo stringe, ed io devo contentarmi di mostrarvi un'altra esperienza non meno eloquente della prima.

Alle due estremità del galvanometro innesco da una parte una lamina di platino e dall'altra una lamina d'oro; ed invece di immergerle nell'acqua pura adopero per liquido l'acido nitrico. Per quanto questo liquido sia buon conduttore d'elettricità, per

Digitized by Google

quanto abbia scelto due metalli diversi per formare la coppia, pure non ottengo traccia di corrente elettrica; ed un chimico vi direbbe anche che non vi può essere affinità chimica in quelle condizioni. Il chimico poi soggiunge che se si vuole un'azione chimica più forte sopra uno dei metalli che sopra l'altro della coppia, basterà versare qualche goccia di acido cloridrico nell'acido nitrico: allora si forma la così detta *acqua regia* degli antichi, cioè del cloro nascente, il quale ha un'affinità chimica più forte per l'oro che pel platino.

Effettivamente questa affinità si sveglia, e nel tempo stesso si sveglia anche la corrente elettrica: e se in tutte queste esperienze si tien dietro al senso in cui devia l'ago calamitato del galvanometro, si può concluderne rigorosamente, che la corrente elettrica si sviluppa quando vi è azione chimica, cioè quando il liquido in cui è immersa la coppia viene decomposto, e che quello dei due metalli che si combina con uno degli elementi del liquido, ossigeno o cloro che sia, è quello che si carica d'elettricità positiva.

Digitized by Google

Io posso pure mostrarvi facilmente un'altra esperienza che, anche meglio di quelle che avete visto, determina con rigore meccanico la relazione che passa fra la corrente elettrica e l'affinità chimica.

Eccovi un pezzo di zinco distillato, cioè il più puro possibile: e potrei ottenere gli effetti che passerò a descrivervi anche collo zinco impuro del commercio, se avessi cura di amalgamarlo prima, cioè di combinarlo e mescolarlo col mercurio. I chimici hanno provato che un pezzo di zinco distillato o amalgamato può rimanere immerso in una soluzione acquosa di acido solforico senza scomporre l'acqua e senza ossidarsi. Suppongo che questo pezzo di zinco immerso nell'acqua acidulata esca per un certo tratto al di fuori del liquido. Prendo un filo di platino e lo immergo ugualmente nella stessa soluzione di acido solforico; siccome il platino ha un'affinità debolissima per l'ossigeno, sono certo che anche questo metallo rimane nel liquido senza esercitare alcuna azione chimica.

Dispongo allora l'esperienza, unendo la estremità dello zinco, che è fuori del liquido,

Digitized by Google

ad uno dei capi del galvanometro, e l'altra estremità del platino all'altro capo del galvanometro; insomma, come ho già fatto altre volte, fo pescare nella soluzione d'acido solforico i due metalli della coppia. Il primo effetto che vedete è la deviazione dell'ago del galvanometro, per cui concludiamo che la coppia agisce e vi è sviluppo di corrente elettrica. Ma non è ciò solo che ricaviamo da questa esperienza. Dopo pochi istanti vediamo il filo di platino ricuoprirsi di bolle di gas idrogeno: a poco a poco vediamo pure diminuire lo zinco; e possiamo facilmente assicurarci che, nell'atto in cui la corrente elettrica circola, anche l'acqua è decomposta, ed il suo ossigeno si è portato sullo zinco per ossidarlo, mentre il suo idrogeno si è reso libero sul platino.

Facendo questa esperienza con un po' più di rigore possiamo anche misurare questi effetti chimici.

Supponiamo che prima che la corrente cominci a passare, fosse pesato tutto, cioè l'acqua, lo zinco e il platino; e supponiamo anche di ripesare il tutto, dopo che l'esperienza ha durato un certo tempo. I risultati

Digitized by Google

che troveremo sono: che la quantità d'acqua stata decomposta è precisamente uguale alla quantità di ossigeno che ha ossidato lo zinco, e più alla quantità di idrogeno che si è sviluppato sul platino; od in altri termini, usando il linguaggio dei chimici, la quantità di zinco ossidato nella pila *è equivalente* alla quantità d'acqua decomposta. Siccome poi è fuori di dubbio che l'idrogeno sviluppato sul platino non può mai essere un effetto dell'affinità chimica fra il platino e l'idrogeno, che non esiste, siamo forzati a concludere che la corrente elettrica è la ragione per cui l'idrogeno si è svolto sul platino. In conclusione; questi due fenomeni, affinità chimica e corrente elettrica, hanno una relazione intima fra loro; tantochè si può dire, che l'una non è che la trasformazione dell'altra, e viceversa.

Queste deduzioni rigorose dell'esperienza, ravvivate dalla teoria dinamica del calore, gettano una luce vivissima sui fenomeni della pila, sicchè noi possiamo affermare oggi, che la pila ci offre uno dei più splendidi esempî della reciproca trasformazione delle grandi forze della natura.

Digitized by Google

Non posso dar termine a questa conversazione scientifica senza mostrarvi, dovessi anche farlo imperfettamente, queste grandi conquiste della fisica moderna.

Qual' è l'origine del calore che le azioni chimiche sviluppano? Oggi che sappiamo come il calore non è che un movimento delle molecole e dell'etere interposto ai corpi, non possiamo rifiutarci a considerare il calore svolto nelle azioni chimiche come un effetto meccanico, come la trasformazione dei movimenti degli atomi dei corpi che si combinano. Qualunque siano le idee che possiamo formarci della struttura fisica dei corpi semplici e composti, non possiamo non ammettere che le combinazioni chimiche avvengono fra gli atomi e le particelle indivisibili dei corpi stessi; e dobbiamo anche considerare che le combinazioni consistono nel separarsi che fanno l' una dall' altra queste particelle dello stesso corpo per correrci incontro e riunirsi alle particelle d'un altro corpo.

Sono questi movimenti molecolari che costituiscono il consumo delle affinità chimiche o piuttosto la loro trasformazione in

Digitized by Google

calore. Sono in ogni caso milioni e milioni d'atomi di due corpi che si precipitano gli uni sugli altri generando con questi movimenti calore, come lo genera una palla di fucile lanciata contro un muro, od un pezzo di legno che ruota stretto in una morsa.

Quel calore che si sviluppa da una pila nelle varie parti del circuito in cui passa la corrente è lo stesso calore, come l'esperienza lo ha dimostrato rigorosamente, che quella quantità di zinco svilupperebbe se bruciasse liberamente nell'aria. Modificando le condizioni del circuito, formandolo di diversi metalli, usando fili ora grossi ora sottili, noi siamo liberi di distribuire diversamente quel calore, di ottenerne una parte più riscaldata dell'altra; ma in tutti i casi la somma del calore sviluppato sarà sempre la stessa e sempre uguale al calore prodotto da quell'azione chimica.

Nella locomotiva il carbone che si ossida e brucia sotto la caldaia sviluppa una quantità di calore, il quale però per la varia dilatazione del vapor d'acqua che entra nelle trombe in gran parte si perde, e in parte si trasforma in movimento. Nella pila lo

Digitized by Google

zinco che si ossida e si brucia in mezzo ad un liquido produce anch'esso calore, come il carbone sotto la caldaia. Ma nella pila, per un meccanismo fisico che ci è ancora sconosciuto, quel calore è trasmesso dalla corrente alle varie parti del circuito voltaico: e quando usiamo la corrente in un motore elettromagnetico per produrre un effetto meccanico, noi troviamo allora che una parte di quel calore è scomparsa, o piuttosto si è trasformata in una quantità equivalente del lavoro generato.

Io so bene che il tempo mi è mancato per esporre dinanzi a voi queste belle verità della fisica moderna coll'ampiezza che sarebbe stata necessaria; ma sono certo ed anche pago di avervene detto abbastanza per risvegliare la vostra curiosità e per invogliarvi a studiarle più completamente.

I Direttori della SCIENZA DEL POPOLO
F. GRISPIGNI, L. TREVELLINI
IN FIRENZE.

EDITORI:
E. TREVES & C.
IN MILANO.

Digitized by Google

CORSO ELEMENTARE
DI
Fisica e Meteorologia
del Professor
GUSTAVO MILANI

Sarà il più completo, il più moderno, e il meglio illustrato dei corsi di fisica; e il *solo originale italiano*. Ogni volume si vende separatamente, e forma realmente un trattato da sè. Sono usciti:

Vol. I. *L'equilibrio ed il moto* (Elementi di meccanica). Un volume di 158 pagine con 55 incisioni . . . . . L. 1 —
» II. *I liquidi, le azioni molecolari, gli strumenti di misura.* Un vol. di 164 pag. con 84 incisioni . . . . . » 1 —
» III. *L'aria ed il suono.* Un vol. di 208 pag. con 106 inc. » 1 50
» IV. *Il calore.* Un vol. di 305 pag. con 141 incisioni . . » 3 —
» V. *Il magnetismo e l'elettricità statica.* Un vol. di 196 pag. con 97 incisioni . . . . . » 1 50

D'imminente pubblicazione:

Vol. VI. L'elettricità dinamica e l'elettro-magnetismo. — Vol. VII. La luce. — Vol. VIII ed ultimo. La meteorologia.

GEOGRAFIA FISICA
AD USO
DELLA GIOVENTU' E DEGLI UOMINI DI MONDO
DI M. F. MAURY
Direttore dell'Osservatorio di Washington.

Prima traduzione italiana dall'originale inglese.
Un volume di 160 pagine con 2 tavole litografiche.

Opera raccomandata dai Programmi per Ginnasi e Licei.
L. 1. 50.

GROTTE E CAVERNE
DI A. BADIN
Un volume di 336 pagine con 60 incisioni
L. 2; 50.

Digitized by Google